

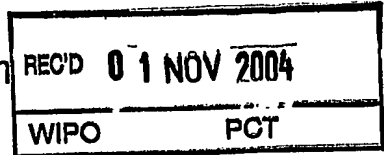
KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN



Bureau voor de Industriële Eigendom



Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 9 september 2003 onder nummer 1024250,
ten name van:

FLUXXION B.V.

te Eindhoven

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Vervaardiging van een microzeef, en inrichting met een microzeef",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Rijswijk, 13 oktober 2004

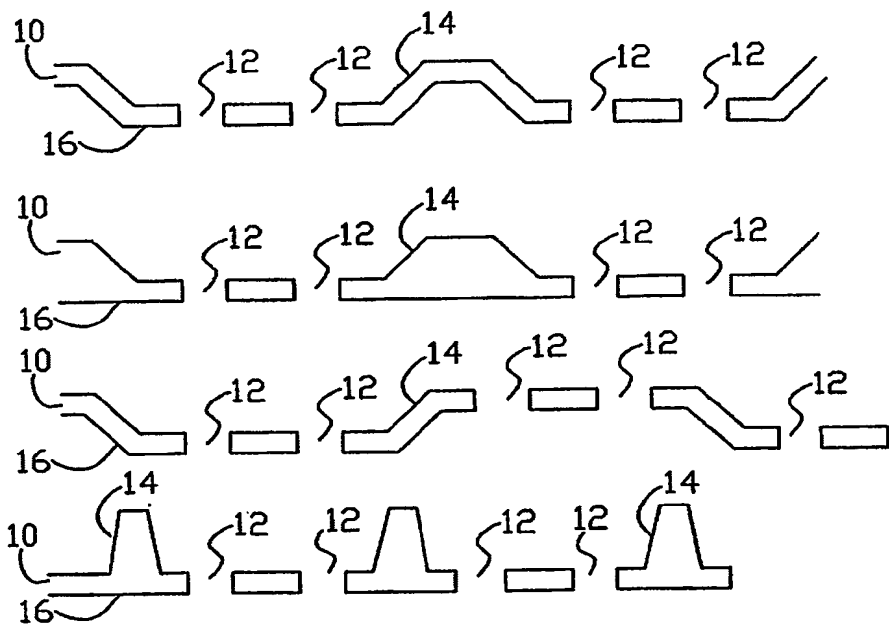
De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

Mw. D.L.M. Brouwer

BEST AVAILABLE COPY

UITTREKSEL

Een filterinrichting bevat een microzeef met een membraan. De microzeef is tussen een aan- en afvoerkanaal gekoppeld. Het membraan poriën bevat tussen het stroomopwaartse oppervlak en het stroomafwaartse oppervlak, alsmede een ruimtelijk patroon van hoogtevariaties in het stroomopwaartse oppervlak van het membraan, zo dat in een omgeving van een meerderheid van de poriën binnen een afstand van minder dan tien porie afmetingen van elk van de poriën in de meerderheid tenminste één van de hoogtevariaties is aangebracht. De hoogtevariaties belemmeren goede hechting van grotere deeltjes uit de vloeistof aan het stroomopwaartse oppervlak en verminderen daardoor verstoppingsproblemen.



Titel: Vervaardiging van een microzeef, microzeef en inrichting met een microzeef.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het vervaardigen van microzeven, op een microzeef en op een filterinrichting voorzien van een dergelijke microzeef.

Microzeven bevatten poriën van zeer kleine afmetingen, waarmee
5 bijvoorbeeld selectief cellen zoals bacteriën uit een vloeistof gefilterd kunnen worden, terwijl de vloeistof door de poriën stroomt.

PCT octrooiaanvraag WO9513860 beschrijft een microzeef en een
aantal werkwijzen om deze te vervaardigen. De hierin beschreven
microzeven onderscheiden zich van eerdere microzeven doordat ze extreem
10 vlak en dun zijn, wat bijvoorbeeld gerealiseerd wordt door het microzeef
membraan met gebruik van uit de micro-electronica bekende technieken te
vervaardigen, waarbij het membraan op een silicium oppervlak gemaakt
wordt en er vervolgens fotolithografisch poriën in geëtst worden.

De dikte van het zo gerealiseerde membraan is bijvoorbeeld slechts
15 één micrometer. Om een dergelijk membraan te behoeden voor breuk of
scheuren wordt het membraan ondersteund door een macrostructuur van
aanzienlijk grotere dikte waarin zich openingen bevinden waarop een groot
aantal van de poriën in het membraan uitkomt.

In gebruik wordt een vloeistof met uit te zeven deeltjes in een
20 stroom over het stroomopwaartse oppervlak van het membraan geleid,
terwijl van de stroomafwaartse kant gezeefde vloeistof afgevoerd wordt.
Zodoende verdwijnt een deel van de vloeistof door de poriën na gezeefd te
zijn, terwijl deeltjes die niet door de poriën heen kunnen met de ongezeefde
vloeistof weer door de stroom aan de stroomopwaartse kant van het
25 membraan afgevoerd worden.

In praktijk blijkt de efficiëntie van een dergelijk proces sterk te lijden onder verstopping van de poriën in het membraan. Op zich zou men verwachten dat materiaal dat de poriën verstopt grotendeels weer met de stroom afgevoerd zou worden. Dit blijkt echter onvoldoende te werken om
5 verstopping tegen te gaan. WO9513860 voorziet in een oplossing voor dit probleem door regelmatig een tegenstroom van de normaal stroomafwaartse kant van het membraan naar de stroomopwaartse kant op gang te brengen. Deze stroom moet deeltjes die poriën verstoppen meenemen. Dit wordt bevorderd door gebruik te maken van een in de stroomafwaartse richting
10 taps toelopende doorsnede van poriën, zodat vervuiling die zich in de poriën heeft vastgehecht bij omkering van de stroomrichting verdreven kan worden. Echter, de stroomomkering heeft onvoldoende effect op de deeltjes die zich op de stroomopwaartse zijde van het membraan hebben vastgehecht zodat ook meer rigoureuze schoonmaak stappen noodzakelijk blijven. De
15 stroomomkeringen verlagen bovendien de opbrengst van de microzeven per tijdseenheid. Hoe vaker dergelijke en andersoortige schoonmaakacties nodig zijn hoe minder de tijd de microzeef gebruikt kan worden voor het filteren.

Het is, onder meer, een doel van de uitvinding om te voorzien in
20 een microzeef waarin maatregelen genomen zijn om de frequentie waarmee de microzeef schoongemaakt moet worden te kunnen verminderen.

Het is, onder meer, een doel van de uitvinding om te voorzien in een microzeef waarin maatregelen genomen zijn om het schoonmaken van de microzeef te kunnen vereenvoudigen.

25 Conclusie 1 beschrijft een werkwijze voor het vervaardigen van een microzeef volgens de uitvinding. Hierin wordt een voorafbepaald patroon van variaties in de hoogte van het stroomopwaartse oppervlak van het membraan aangebracht, waardoor de hoogte binnen korte afstand van de poriën varieert.

De gedachte hierachter is dat de verstopping van de poriën vooral hardnekkig wordt doordat de deeltjes die de poriën verstoppen vrij groot zijn, waardoor zij zich behalve aan de rand van de porie ook aan het stroomopwaartse oppervlak van het membraan hechten in een grote
 5 omgeving van de porie. Ook als een deeltje dat zich in een porie vastzet, zoals b.v. een eiwit, aanvankelijk misschien klein is, zal het deeltje toch groeien doordat andere deeltjes zich aan het vastzittende deeltje hechten. Vermoed wordt dat zodoende een groter deeltje ontstaat dat zich over een gebied rond de porie aan het oppervlak van het membraan hecht, wat de
 10 verwijdering bemoeilijkt.

Door opzettelijk binnen de omgeving van poriën hoogtevariaties in het membraan aan te brengen, met hellingen en/of in een patroon zodat het aangehechte deeltje het oppervlak niet overal kan volgen, wordt de aanhechting aan het oppervlak verminderd, waardoor naar verwachting
 15 deeltjes makkelijker met een stroom langs het stroomopwaartse oppervlak meegenomen zullen worden. Ook kan de kans op aangroei tot grotere deeltjes kleiner worden, doordat deeltjes vaker meegenomen zullen worden voordat ze uitgroeien tot sterker hechtende grotere deeltjes. Zodoende is minder vaak een tegenstroom of extra reiniging nodig om de microzeef te
 20 reinigen. Ook zullen bij reiniging door stroomomkering de deeltjes makkelijker verwijderd kunnen worden doordat de hechting aan het stroomopwaartse oppervlak kleiner is omdat de deeltjes minder uitgroeien en/of minder aangrijpingsoppervlak hebben.

Het zal duidelijk zijn dat vermindering van de aanhechting al een
 25 verhogend effect heeft op de efficiëntie als niet bij alle, maar bij een deel van de poriën hoogtevariaties aangebracht worden, doordat langer een grotere hoeveelheid vloeistof gefilterd kan worden. Het is wenselijk, maar niet strikt nodig dat het bij alle poriën gebeurt. Als de hoogte rond minstens de meerderheid (50%) varieert dan treedt al een aanzienlijk effect op.

Bijvoorkeur worden hoogtevariatiës aangebracht bij een groter deel van de poriën, bijvoorbeeld bij minstens 80 of bij minstens 90 procent.

Bijvoorkeur worden meerdere variaties in de hoogte aangebracht binnen korte afstand van elke porie in de meerderheid. Hoe dichter op elke porie des te beter en hoe meer hoe beter, maar al bij hoogtevariatiës op een afstand van tien porieafmetingen van elke porie wordt een effect verwacht (met afmeting (engels: size) wordt in het geval van een ronde porie de diameter bedoeld en in het geval van anders gevormde poriën de lengte van het kortste lijnstuk door het middelpunt van de porie tussen twee tegenoverliggende wanden). Bijvoorkeur is de afstand voor elke porie kleiner, bijvoorbeeld zes porieafmetingen of zelfs twee porieafmetingen van de porie waarbij de hoogte variatie ligt.

Bijvoorkeur is de amplitude (het verschil tussen de maximale en minimale hoogte) van de hoogte variaties minstens zo groot als een porieafmeting van de nabijgelegen porie. Dit is ook een maat voor de onderdelen van de deeltjes die zich naar verwachting door toedoen van poriën aan het oppervlak hechten. Maar ook bij kleinere aangebrachte amplitudes, bijvoorbeeld een derde porie afmeting wordt al een effect verwacht, met name als de hoogtevariatiës zich op kortere afstanden van elkaar bevinden.

Wanneer de hoogtevariatiës op korte afstand van elkaar worden aangebracht dan wordt bijvoorkeur vermeden dat meerdere hoogtevariatiës van meer dan een porieafmeting binnen twee keer een porie afstand van elkaar liggen, om te voorkomen dat deeltjes van iets groter dan de porieafmeting kunnen blijven "klemmen" tussen verschillende hoogtevariatie. Bijvoorkeur worden hoogtevariatiës met deze amplitude in dit geval geheel vermeden, maar klemmen wordt ook al voorkomen als niet meer dan één hoogtevariatie een grotere amplitude heeft.

Uiteraard betreffen de nieuwe hoogtevariatiës niet de ondersteuningsstructuur van het membraan, die zich over het algemeen

niet zo dicht bij de meeste poriën bevindt en zich ook meestal aan het stroomafwaartse oppervlak van het membraan bevindt.

Voor het aanbrengen van het voorafbepaalde patroon van hoogtevariatiën in het membraan wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van
5 fotolithografische technieken waarmee de locaties gedefinieerd worden waarop de hoogtevariatiën bijvoorbeeld door groeien of etsen selectief aangebracht worden.

Zo kan het membraan bijvoorbeeld op een siliciumsubstraat gegroeid worden nadat in dat substraat in door een masker gedefinieerde
10 gebieden silicium is weggeëtst. Zodoende ontstaat een niet-vlakke membraanlaag, waarin later de poriën geëtst kunnen worden.

In een andere uitvoeringsvorm kunnen de hoogtevariatiën gerealiseerd worden door het aanbrengen van variatiën in de dikte van het membraan zelf, bijvoorbeeld door fotolithografisch gebieden te definiëren
15 waarin vervolgens een deel van de dikte van het membraan, en/of een laag die op het membraan is aangebracht, wordt weggeëtst. De poriën kunnen in dit geval voor of na het aanbrengen van de hoogtevariatiën door etsen worden aangebracht.

Het patroon van hoogtevariatiën hoeft niet overal in dezelfde
20 ruimtelijke relatie ten opzichte van de poriën te staan, zolang in de buurt van de meeste poriën maar enige oneffenheid wordt aangebracht. In een uitvoeringsvorm kan het patroon van hoogtevariatiën echter ook in een vaste ruimtelijke relatie met de poriën aangebracht worden. Bij fotolithografie kan dit bijvoorbeeld door conventionele uitlijntechnieken voor
25 maskers verzekerd worden. Zodoende kan bijvoorbeeld telkens een porie op een top van de hoogtevariatiën liggen, of juist telkens in een dal om het groeien moeilijker te maken. Het gewenste patroon hangt af van de soort deeltjes. Zo kunnen de poriën bijvoorbeeld op de toppen van de verhogingen geplaatst worden als een te filteren stof gevoelig is voor het doorgroeien van
30 de uitgefilterde deeltjes. Voor andere stoffen, waar de deeltjes al

betrekkelijk groot zijn voor ze het membraan raken kunnen de poriën tussen verhogingen worden aangebracht om de kans op aanhechting en verstopping te verminderen.

5 Deze en andere doelstellingen en voordelige aspecten van de uitvinding zullen op niet limitatieve manier beschreven worden aan de hand van de volgende figuren

10 Figuur 1a-d tonen verschillende membranen in deeldoorsnede
 Figuur 2 toont een filterplaat in deeldoorsnede
 Figuur 3 toont een zijaanzicht van een filtersamenstel
 Figuur 4 toont een filterinrichting
 Figuur 5 toont een opdeling in membraanoppervlakken
 Figuur 6 toont een filterplaat

15 Figuren 1a-d tonen in doorsnede verschillende uitvoeringsvormen van een microzeef membraan 10, met poriën 12 en verheffingen 14. Het stroomopwaartse oppervlak van membraan 10 komt in elke figuur overeen met de bovenkant van de figuur. Vanwege het feit dat het membraan in
 20 doorsnede getoond wordt lijkt het alsof de verschillende delen van het membraan aan verschillende kanten van een porie hangen, maar dit is uiteraard slechts schijn omdat het membraan voor en achterlangs de porie, die bijvoorbeeld een ronde of hoekige doorsnede heeft, verbonden is.

25 Men dient te begrijpen dat deze figuren slechts een heel klein deel van het membraan tonen. Bij wijze van voorbeeld hebben poriën 12 een afmeting die kleiner is dan de kleinste dikte van membraan 10. Alle poriën 12 hebben nagenoeg eenzelfde afmeting, en zijn extreem klein met bijvoorbeeld een afmeting uit een bereik van 0.2 tot 2 micrometer, terwijl de
 30 dikte van de dunste gedeeltes van membraan 10 bijvoorbeeld een waarde heeft die tussen de 0.2 en 2 micrometer ligt.

In figuur 1a en 1c heeft membraan 10 een in hoofdzaak uniforme dikte en worden verheffingen 14 gevormd doordat het membraan niet in een vlak ligt. In figuur 1b en 1d ligt het stroomafwaartse oppervlak 16 van het membraan wel in één vlak, maar worden verheffingen 14 gevormd door plaatselijke verdikking van membraan 10.

In figuren 1a, 1b en 1d liggen poriën 12 in de valleien tussen verheffingen 14, maar dit is niet noodzakelijk. Zoals getoond in figuur 1c kan een deel van de poriën 12 ook op verheffingen 14 liggen. Zonder van de uitvinding af te wijken kunnen zelfs alle poriën op verheffingen 14 liggen. In principe kunnen het patroon van de verheffingen en het patroon van poriën echter ongecorreleerd zijn. De uitvinding is zelfs niet beperkt tot een regelmatig patroon van poriën en/of verheffingen (dwz tot periodieke patronen).

Wezenlijk is slechts dat in de buurt van de meerderheid van de poriën oneffenheid wordt aangebracht, bijvoorbeeld minstens vanaf één porieafmeting vanaf een porie tot een aantal malen de afmeting van de porie, bijvoorbeeld tot op minstens twee maal de porie afmeting. Daarbij kan éénzelfde oneffenheid uiteraard tegelijkertijd in de buurt van verschillende poriën liggen.

Verder dient men te begrijpen dat verschillende details van de figuren, zoals de verhoudingen tussen de membraandikte en porieafmeting, de afstand tussen de poriën en het aantal poriën tussen opeenvolgende hellingen van verheffingen 14 slechts bij wijze van voorbeeld gekozen zijn.

Het membraan 10 van figuur 1a en figuur 1c wordt bijvoorbeeld vervaardigd door uit te gaan van een substraat waarin het patroon van verheffingen 14 fotolithografisch wordt aangebracht. Hierbij wordt bijvoorbeeld eerst een fotogevoelige laag op het oppervlak van het substraat, b.v. een monokristallijne silicium wafer, aangebracht. Vervolgens wordt deze laag belicht door een masker, dat de positie van de verheffingen definieert. De belichte delen van de fotogevoelige laag worden daarna

verwijderd, waarna het substraat tot ongeveer de beoogde diepte van de valleien in het membraan teruggeëtsd wordt op de plaatsen waar de fotogevoelige laag verwijderd is. Vervolgens wordt de rest van de fotogevoelige laag verwijderd, waarna, op op zich bekende wijze, een
 5 membraanlaag van een bepaalde dikte op het substraat gedeponeerd wordt, de poriën door fotolithografisch etsen van deze laag gevormd worden en het substraat minstens voor een deel onder het membraan weggeëtsd wordt, zodat een membraan 10 met verheffingen 14 en poriën overblijft.

Het membraan 10 van figuur 1b en 1d kan bijvoorbeeld
 10 vervaardigd worden door eerst een extra laag op een membraanlaag aan te groeien, vervolgens (a) fotolithografisch de posities van de poriën te definiëren, de poriën door beide lagen te etsen, en (b) fotolithografisch de posities tussen verhogingen te definiëren, en het materiaal van de tweede laag op deze posities weg te etsen. De stappen (a) en (b) kunnen hierbij in
 15 beide volgorden toegepast worden.

Een alternatieve vervaardigingstechniek is bijvoorbeeld om een eerste deel van een membraanlaag van een bepaalde dikte over het gehele oppervlak van het substraat te deponeren (bijvoorbeeld van hetzelfde materiaal als het membraan, of een ander materiaal dat geschikt is om op het membraan aan
 20 te groeien), en vervolgens fotolithografisch selectief de beoogde dunne gebieden op de membraanlaag af te dekken, waarna meer membraan materiaal gedeponeerd wordt in de openliggende gebieden om verheffingen 14 te maken. Dit wordt dan weer gevolgd door de op zich bekende wijze om fotolithografisch poriën 12 te maken en het substraat weg te etsen.

25 Figuur 2 toont in dwarsdoorsnede een deel van een filterplaat 30, waarvan membraan 10 deel uitmaakt. De schaal is zodanig dat de poriën en de verheffingen niet zichtbaar zijn. Onder het stroomafwaartse oppervlak van membraan 10 bevinden zich ondersteuningsstructuren 32, die bijvoorbeeld bestaat uit delen van het substraat waarop membraan 10
 30 gemaakt is, en welke delen plaatselijk niet weggeëtsd zijn. De afstand

tussen opeenvolgende ondersteuningsstructuren is veel groter dan de afstand tussen de verheffingen en de poriën, en is bijvoorbeeld 100 micrometer. De verheffingen die in figuur 1 getoond zijn bevinden zich aan het stroomopwaartse oppervlak van membraan 10, dus aan een kant
 5 tegenover de kant waar zich ondersteuningsstructuur 32 bevindt. Ook kunnen uiteraard vergelijkbare ondersteuningsstructuren in het stroomopwaartse oppervlak worden aangebracht, of kan met dergelijke stroomopwaartse ondersteuningsstructuren worden volstaan.

Figuur 3 toont in doorsnede een zijaanzicht van een filtersamenstel
 10 Het samenstel omvat een paar klemplaten 40, 42, met daartussen filterplaat 30. Het samenstel heeft een inlaat 44 en een uitlaat 46 voor aan en afvoer van vloeistof op tegenoverliggende zijden van de ruimte tussen een eerste klemplaat 40 en het stroomopwaartse oppervlak van filterplaat 30. Klemplaten 40, 42 sluiten filterplaat 30 zo af dat er tenminste nagenoeg
 15 geen, en bijvoorbeeld helemaal geen vloeistof langs filterplaat 30 tussen de ruimtes aan weerszijden van filterplaat 30 kan lekken anders dan door de poriën. Verder is er een uitlaat 48 voor gefilterde vloeistof vanuit de ruimte tussen filterplaat 30 en tweede klemplaat 42. De positie van deze uitlaat 48 wordt op een willekeurig punt getoond. Eén of meerdere uitlaten 48 kunnen
 20 in principe overal op de ruimte tussen filterplaat 30 en tweede klemplaat 42 aansluiten, of tweede klemplaat 42 kan permeabel zijn voor de vloeistof.

In bedrijf wordt de te filteren vloeistof via inlaat 44 in de ruimte tussen eerste klemplaat 40 en filterplaat 30 aangevoerd en grotendeels via uitlaat 46 weer afgevoerd. Zodoende ontstaat een stroming parallel aan
 25 filterplaat 30 in de ruimte die begrensd wordt door het stroomopwaartse oppervlak van filterplaat 30 en eerste klemplaat 40. Daarnaast wordt ook vloeistof afgevoerd vanaf het stroomafwaartse oppervlak van filterplaat 30. Daardoor lekt een deel van de stroom aan het stroomopwaartse oppervlak weg door poriën 12, waarbij deeltjes die niet door poriën 12 kunnen stromen
 30 tegengehouden worden. Deze weglekkende gefilterde stroom wordt tussen

tweede klemplaat 42 en filterplaat 30 en/of door openingen in tweede klemplaat 42 afgevoerd. Deeltjes die niet door de poriën heen kunnen worden met de vloeistof door uitlaat 46 afgevoerd.

Figuur 4 toont een filterinrichting, voorzien van een aanvoervat 50
5 voor te filteren vloeistof, een circulatiepomp 52, een aanvoerleiding 54, het
in figuur 3 getoonde filtersamenstel 56 (er kunnen meerdere dergelijke
samenstellen parallel aan elkaar opgenomen worden, maar er wordt slechts
één getoond) en een eerste afvoerleiding 58 en een tweede afvoerleiding 59.
In bedrijf pompt circulatiepomp 52 vloeistof uit aanvoervat 50 rond door
10 aanvoerleiding 54 naar inlaat 44 van filtersamenstel 56 en van uitlaat 46
van filtersamenstel 56 terug naar aanvoervat 50 via eerste afvoerleiding 58.
Een gezuiverd deel van de vloeistof stroomt door de poriën in filterplaat 30
en wordt vervolgens door tweede afvoerleiding 59 voor verdere gebruik
afgevoerd. Daarbij zijn verheffingen 14 aangebracht om te bevorderen dat
15 filterplaat 30 minder vaak schoongemaakt hoeft te worden.

Het patroon van oneffenheden kan in allerlei vormen aangebracht
worden, bijvoorbeeld in de vorm van ribben die zich in een eerste, lange
richting verder uitstrekken dan in een tweede richting dwars op de lange
richting, zodat de breedte van de ribben in de tweede richting van de orde
20 van de porieafmeting is, of in de vorm "pukkels" die zich in alle richtingen
ongeveer even ver uitstrekken met een breedte die van de orde van de
porieafmeting is. Ook kunnen combinaties van ribben en pukkels gebruikt
worden. De ribben hoeven niet recht te lopen en kunnen bijvoorbeeld in een
hoekig patroon aangebracht worden. Maar ook een parallel patroon van
25 ribben, dwars op de stroomrichting is mogelijk. Hiervan wordt verwacht dat
het een optimaal effect heeft.

In principe kunnen de verheffingen elke hoogte hebben, maar in
een uitvoeringsvorm hebben zij minstens een hoogte gelijk aan de porie
afmeting, om de aanhechting van deeltjes die groter dan de porie afmeting
30 zijn te bemoeilijken. Het heeft de voorkeur dat de oneffenheid van het

oppervlak zodanig is dat er rond de meerderheid van de poriën 12 zo min mogelijk vlakke delen zijn met een breedte van meer dan een porieafmeting, of tenminste meer dan twee á vier porieafmetingen. Hoe kleiner de afstand tussen de hoogtevariatiës hoe groter het effect, maar een kleine afstand kan
 5 het aantal poriën negatief beïnvloeden. Een minimale afstand van drie porieafmetingen is bijvoorbeeld een goed alternatief. Bij kleine afstanden tussen de verheffingen is de hoogte bijvoorkeur kleiner dan een porieafmeting, bijvoorbeeld vanaf één derde van de porie afmeting, om te voorkomen dat deeltjes met een grootte van iets meer dan de porieafmeting
 10 ingeklemd kunnen raken tussen verschillende verheffingen. Zo worden bijvoorbeeld bij poriën van 0.5 micrometer oneffenheden met een hoogtevariatie van 0.2 micrometer aangebracht op minder dan een porieafmeting afstand.

Naast het effect van de minder sterke aanhechting en/of groei van
 15 deeltjes op het oppervlak wordt verwacht dat ook locale buiging van de stroming die in hoofdzaak parallel aan het stroomopwaartse oppervlak van membraan 40 een onregelmatig stromingspatroon aan de stroomopwaartse zijde tot gevolg heeft. Verheffingen 14 veroorzaken locale buiging in de stroming, en wellicht zelf turbulentie in een zog achter elke verheffing 14,
 20 waardoor ter plaatse van poriën 12 onregelmatige stromen ontstaan. Deze stromen bevorderen de verwijdering van deeltjes uit de opening van poriën 12, om de deeltjes vervolgens mee te voeren met de stroom.

Met name grote deeltjes, die vanwege de oneffenheden niet sterk aan het oppervlak hechten zullen makkelijk meegevoerd worden. Zodoende
 25 raken poriën 12 minder snel verstopt dan bij afwezigheid van verheffingen 14. Door de poriën op pukkels te leggen, of in sleuven waar een grotere stroming loopt wordt de stroom snelheid bij de poriën verhoogd.

Het oppervlak van filterplaat 30 wordt bijvoorkeur hiërarchisch gestructureerd in zeefvelden van membraanoppervlakken, waarin de
 30 zeefvelden weer in blokken gerangschikt zijn.

Figuur 5 toont een voorbeeld van de opdeling in membraanoppervlakken 62, 66 en zeefvelden 60, 64.

5 Membraanoppervlakken 62, 66 worden bijvoorbeeld gedefinieerd door selectief alleen ter plaatse van membraanoppervlakken 62, 66 het materiaal weg te etsen van het substraat (bijvoorbeeld silicium) of van een laag die op membraan 10 gegroeid is. In membraanoppervlakken 62, 64 bevinden zich de poriën die gebruikt worden voor het zeven van de vloeistof. Zodoende wordt elk membraanoppervlak 62, 66 omgeven door een steunstructuur met een aanzienlijk grotere dikte (bijvoorbeeld 100 micrometer of groter,
10 bijvoorbeeld 675 micrometer) dan het membraan in het membraanoppervlak 62, 66.

Zoals getoond zijn de membraanoppervlakken 62, 66 in deze uitvoering bijvoorbeeld langwerpige van vorm met een lengte die typisch meer dan tien keer zo lang is als de breedte van het membraanoppervlak 62, 66.
15 Een membraanoppervlak is bijvoorbeeld 2500 micrometer lang en 140 micrometer breed. Bijvoorbeeld, maar niet noodzakelijkerwijs, worden de richtingen van de randen van de membraanoppervlakken 62, 66 gekozen afhankelijk van de kristalrichtingen van het materiaal (bijvoorbeeld Silicium) van het substraat. Zo worden de richtingen van de randen van een
20 membraan 62, 66, als het membraan op een (110) oppervlak is aangebracht, bijvoorbeeld bijvoorbeeld gekozen als de snijlijnen van de twee {111} vlakken die loodrecht op het (110) oppervlak staan.

Zoals verder getoond wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van een eerste en tweede soort membraanoppervlak 62, 64, waarvan de richting van
25 de lange randen onderling een hoek maakt. Als bijvoorbeeld de lange randen van de membraanoppervlakken 62, 64 zijn gekozen als de snijlijnen van de twee Silicium {111} vlakken die loodrecht op het (110) oppervlak staan, dan is de hoek tussen de lange zijden 109.47 graden.

Een veelal membraanoppervlakken van het eerste soort 62 wordt
30 telkens parallel aan elkaar opgenomen en vormt zo een eerste soort zeefveld

60. Een veelal membraanoppervlakken van het tweede soort 66 wordt telkens parallel aan elkaar opgenomen en vormt zo een tweede soort zeefveld 64. Deze zeefvelden 60, 64, worden in de figuur met gestippelde lijnen aangegeven omdat zij organisatorische eenheden vormen. Zeefvelden 5 60, 64 hebben elk in het algemeen de vorm van een parallellogram waarbinnen een veelal membraanoppervlakken parallel aan elkaar zijn opgenomen en van de ene rand van het parallellogram naar de andere lopen. In de gekozen uitvoering is de hoek tussen de randen van het parallellogram de helft van de hoek tussen de lange richtingen van de 10 verschillende soorten membraanoppervlak (54.74 graden).

Figuur 6 toont een filterplaat 70 waarin de zeefvelden zijn gerangschikt in blokken 72 die elk een matrix van twaalf zeefvelden omvatten, zes van de eerste soort en zes van de tweede soort. Het aantal blokken 72 op de filterplaat is voor de overzichtelijkheid kleiner dan in 15 werkelijkheid gekozen en slechts enkele blokken worden in meer detail getoond. Elk blok 72 heeft bijvoorbeeld een afmeting van elf bij negen millimeter. De blokken zijn gerangschikt in parallelle rijen waarin de blokken in opeenvolgende rijen telkens verspringen t.o.v. elkaar. Tussen de rijen blokken 72 worden ruimtes overgelaten waarin 20 ondersteuningsstructuur aanwezig is om de filterplaat met ondersteuningsbalken op de klemplaten te ondersteunen. Ook binnen de blokken kunnen tussen verschillende zeefvelden ruimtes overgelaten worden waarin ondersteuningsstructuur aanwezig is. Terwijl de pitch waarmee opeenvolgende membraanoppervlakken zich binnen een zeefveld 25 dwars op de lange richting herhalen bijvoorbeeld 230 micrometer is, is de afstand tussen membraanoppervlakken van opeenvolgende zeefvelden bijvoorbeeld 448 micrometer en de afstand tussen membraanoppervlakken van verschillende zeefvelden met verschillende oriëntatie 116 micrometer.

In gebruik wordt de vloeistofstroom bijvoorkeur met een zodanige 30 hoek ten opzichte van de lange richting van de rand van de

membraanoppervlakken geleid dat deze hoek voor beide soorten membraanoppervlakken 62, 66 hetzelfde is. Zodoende vervuilen beide soorten oppervlakken even snel, wat het onderhoud vereenvoudigt.

Verder wordt de breek en/of vervormingsterkte van het filter
5 verhoogd door het gebruik van twee soorten langwerpige membraanoppervlakken, met daaromheen telkens ondersteuningsstructuren, waarbij de lange assen van de verschillende soorten membraanoppervlakken onder een hoek ten opzichte van elkaar staan. Bijvoorkeur liggen de lange assen langs richtingen die gedefinieerd
10 worden door de kristalstructuur van de ondersteuningsstructuur, zodat een maximale sterkte tegen breuk gerealiseerd wordt. Ook door de membraanoppervlakken zo in zeefvelden te rangschikken dat membraanoppervlakken van dezelfde soort tenminste nagenoeg nooit in elkaars verlengde liggen wordt de breeksterkte vergroot. Door de
15 ondersteuning van de filterplaat door de klemplaten (tussen de rijen blokken) niet parallel aan of loodrecht op één van de twee richtingen van de structuren te nemen zal de filterplaat sterker zijn dan wanneer dit wel gebeurt.

Het zal duidelijk zijn dat de getoonde uitvoeringsvorm van de
20 schikking van membraanoppervlakken slechts een voorbeeld is van een schikking die deze voordelen realiseert en tegelijk een hoge dichtheid van membraanoppervlakken mogelijk maakt. Dergelijke ondersteuningsstructuren kunnen bovendien aan de stroomafwaartse en/of de stroomopwaartse kant van de filterplaat worden gerealiseerd.

25 De sterkte van de filterplaat wordt naast de beschreven overwegingen bij de plaatsing van de membraanoppervlakken op de filterplaat en de hieruit voortvloeiende ligging van de ondersteuningsstructuur mede bepaald door de lokale vorm van deze structuur, opgelegd door de werkwijze die voor het verwijderen van het
30 substraatmateriaal onder een membraanoppervlak wordt gebruikt.

Bijvoorkeur wordt gestreefd naar een vorm waarbij scherpe hoeken zoveel mogelijk worden voorkomen zodat spanningsconcentraties bij buiging beperkt blijven. Dit kan worden verkregen door toepassing van afronding van de patronen in het fotolithografisch masker gecombineerd met een
 5 keuze voor een tenminste in het vlak van etsvoortgang isotroop etsproces. Indien bijvoorbeeld door toepassen van anisotrope etsmethoden in kristallijne materialen scherpe hoeken ontstaan dan kunnen deze scherpe hoeken worden afgerond door toepassen van extra isotrope etsstap opvolgend op de eerste anisotrope etsstap zodat afrondingen met een
 10 kromtestraal van minstens 2 micrometer worden verkregen. De met een dergelijke extra etsstap vervaardigde filterplaten vertonen een duidelijke toename van de sterkte.

De aan- en afvoeropeningen waarmee vloeistof in de filterinrichting van en naar het stroomopwaartse oppervlak geleid worden staan
 15 bijvoorkeur niet volledig loodrecht op het oppervlak van de filterplaat. Dit vermindert de kans op breuk. Deze aan- en afvoeropeningen worden bijvoorkeur niet direct boven membranen gepositioneerd. Bij gebruik van meerdere aan- en afvoeropeningen worden deze bijvoorkeur zoveel mogelijk zo geplaatst dat ze niet op eenzelfde rechte lijn liggen. Indien meerdere aan-
 20 en afvoeropeningen wel op eenzelfde lijn geplaatst zijn, dan staat deze lijn bijvoorkeur niet loodrecht op, of parallel aan één van de twee richtingen van de lange assen van de membraanoppervlakken. De filterplaat wordt, als deze tussen de twee klemplaten is gepositioneerd, bijvoorkeur zo dicht mogelijk tegen de ondersteuningsbalken van de klemplaten aangelegd. De
 25 filterplaat wordt bijvoorkeur middels een flexibele pakking tussen de klemplaten gefixeerd.

Het zal duidelijk zijn dat het gebruik van de membraanoppervlakken en de schikking ervan op de filterplaat ook los van het gebruik van opzettelijk aangebrachte hoogtevariaties kan worden
 30 toegepast. Andersom kan het gebruik van opzettelijk aangebrachte

hoogtevariatiën ook bij andere soorten ondersteuningsstructuur worden toegepast. De opzettelijk aangebrachte hoogtevariatiën hebben ook veel kleinere dimensies en pitch afstanden dan de ondersteuningsstructuren en beïnvloeden de stroming alleen plaatselijk.

5

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het vervaardigen van een microzeef voorzien van een membraan met een stroomopwaarts oppervlak en een stroomafwaarts oppervlak verbonden door daartussen lopende poriën, welke werkwijze de stappen omvat van
 - 5 - het etsen van de poriën in een eerste voorafbepaald ruimtelijk patroon.
 - het aanbrengen van een tweede voorafbepaald ruimtelijk patroon van hoogtevariatiën in het stroomopwaartse oppervlak van het membraan, zo dat binnen een omgeving van een meerderheid van de poriën op een afstand van minder dan tien porie afmetingen van elk van de poriën in de
 - 10 meerderheid tenminste één van de hoogtevariatiën wordt aangebracht.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin posities van de hoogtevariatiën op het membraan fotolithografisch worden gedefinieerd.
3. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin een amplitude van tenminste één van de aangebrachte hoogtevariatiën binnen een afstand van
- 15 minder dan tien porie afmetingen van elke respectieve porie in de meerderheid tenminste een porieafmeting van de respectieve porie bedraagt.
4. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin binnen een afstand van minder dan twee porieafmetingen van elk van de poriën in de meerderheid
- 20 tenminste één van de hoogtevariatiën wordt aangebracht met een amplitude van minstens een derde porie afmeting.
5. Microzeef volgens conclusie 4, waarin bij elk van de poriën in de meerderheid binnen een afstand van twee porieafmetingen niet meer dan één hoogtevariatie met een amplitude van meer dan één porieafmeting
- 25 wordt aangebracht.

6. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin op een afstand van minder dan een porie afmeting van elk van de poriën in de meerderheid tenminste één van de hoogtevariatiën wordt aangebracht.

5 7. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin de hoogtevariatiën worden aangebracht door voorlopers van de hoogtevariatiën op een substraat aan te brengen, vervolgens het membraan met een nagenoeg uniforme dikte op het substraat te deponeren en vervolgens het substraat tenminste over een deel van het oppervlak waarin zich de meerderheid van de poriën bevindt weg te etsen.

10 8. Werkwijze volgens conclusie 1, waarin de hoogtevariatiën worden aangebracht door op geselecteerde locaties op het membraan materiaal weg te etsen of te deponeren.

15 9. Microzeef voorzien van een membraan met een stroomopwaarts oppervlak en een stroomafwaarts oppervlak verbonden door daartussen lopende poriën, een ruimtelijk patroon van hoogtevariatiën in het stroomopwaartse oppervlak van het membraan, zo dat in een omgeving van een meerderheid van de poriën binnen een afstand van minder dan tien porie afmetingen van elk van de poriën in de meerderheid tenminste één van de hoogtevariatiën aanwezig is.

20 10. Microzeef volgens conclusie 9, waarin een amplitude van tenminste één van de hoogtevariatiën op een afstand van minder dan tien porie afmetingen van elk respectieve poriën in de meerderheid tenminste een porieafmeting van de respectieve porie bedraagt.

25 11. Microzeef volgens conclusie 9, waarin op een afstand van minder dan twee porieafmetingen van elk van de poriën in de meerderheid tenminste één van de hoogtevariatiën is aangebracht met een amplitude van minstens een derde porie afmeting.

12. Microzeef volgens conclusie 11, waarin bij elk van de poriën in de meerderheid binnen een afstand van twee porieafmetingen niet meer dan

één hoogtevariatie met een amplitude van meer dan één porieafmeting is
aangebracht.

13. Microzeef volgens conclusie 9, waarin op een afstand van minder
dan een porie afmeting van elk van de poriën in de meerderheid tenminste
5 één van de hoogtevariatiën is aangebracht.

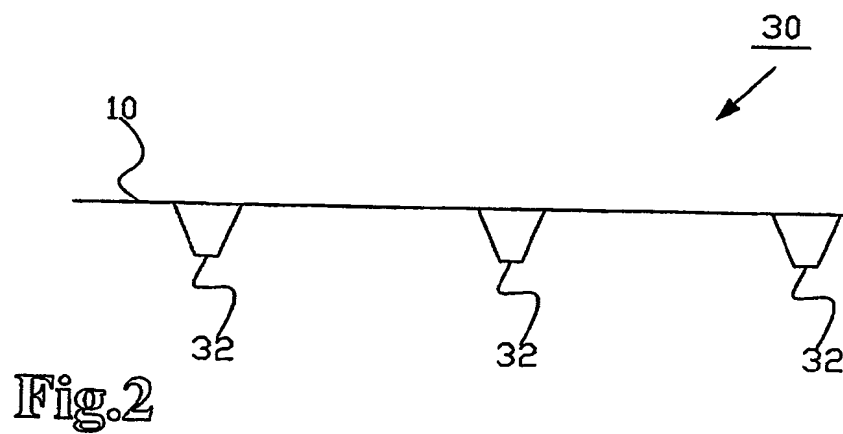
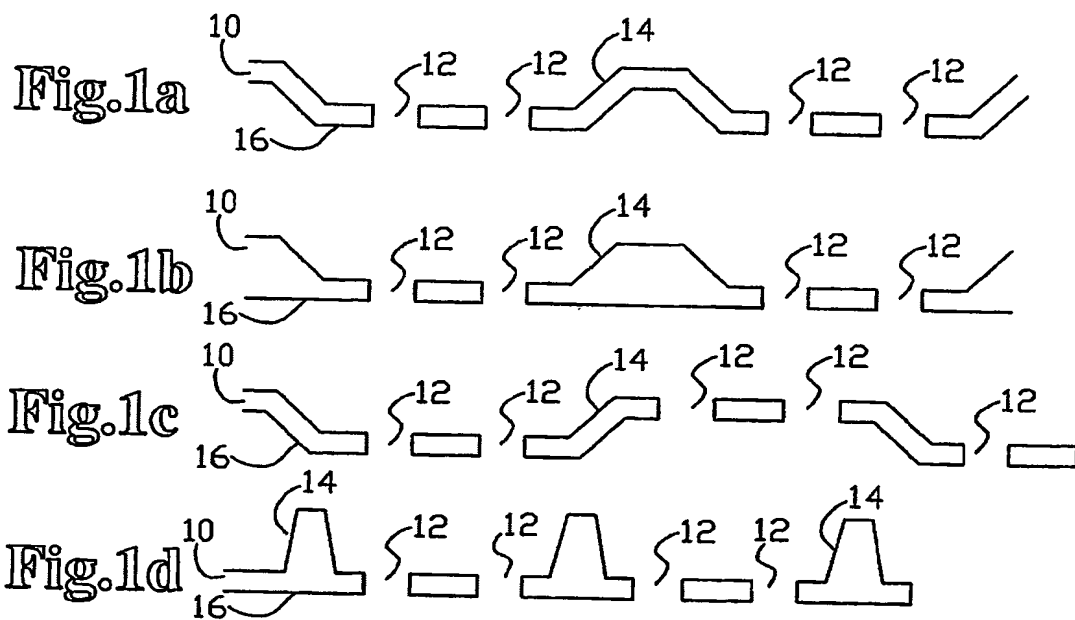
14. Microzeef volgens conclusie 9, waarin tegen het stroomafwaartse
oppervlak van het membraan ondersteuningsstructuren aanwezig zijn, die
het membraan tenminste over een deel van het oppervlak waarin zich de
meerderheid van de poriën bevindt vrijlaten.

10 15. Microzeef volgens conclusie 9, waarin het membraan op het
stroomafwaartse oppervlak verder hoogtevariatiën heeft die minstens ten
dele meelopen met de hoogtevariatiën op het stroomopwaartse oppervlak.

16. Microzeef volgens conclusie 9, waarin het stroomafwaartse
oppervlak nagenoeg vlak is, zodat de hoogtevariatiën nagenoeg volledig
15 overeenkomen met diktevariatiën in het membraan.

17. Filterinrichting voorzien van een eerste aan- en afvoerkanaal voor
ongefilterde vloeistof, een tweede afvoerkanaal voor gefilterde vloeistof, en
een microzeef met een membraan, welke microzeef aan het eerste aan- en
afvoerkanaal gekoppeld is zodat de ongefilterde vloeistof van het eerste
20 aanvoerkanaal naar het eerste afvoerkanaal stroomt langs een
stroomopwaarts oppervlak van het membraan, welke microzeef aan het
tweede afvoerkanaal gekoppeld is zodat gefilterde vloeistof van het
stroomafwaartse oppervlak van het membraan naar het tweede
afvoerkanaal kan stromen, en waarin het membraan poriën bevat die
25 tussen het stroomopwaartse oppervlak en het stroomafwaartse oppervlak
lopen, alsmede een ruimtelijk patroon van hoogtevariatiën in het
stroomopwaartse oppervlak van het membraan, zo dat in een omgeving van
een meerderheid van de poriën binnen een afstand van minder dan tien
porie afmetingen van elk van de poriën in de meerderheid tenminste één
30 van de hoogtevariatiën aanwezig is.

18. Filterinrichting volgens conclusie 17, waarin een amplitude van tenminste één van de hoogtevariatiën op een afstand van minder dan tien porie afmetingen van elk respectieve poriën in de meerderheid tenminste een porieafmeting van de respectieve porie bedraagt.
- 5 19. Filterinrichting volgens conclusie 17, waarin op een afstand van minder dan een porie afmeting van elk van de poriën in de meerderheid tenminste één van de hoogtevariatiën is aangebracht.
20. Filterinrichting volgens conclusie 17, waarin tegen het stroomafwaartse oppervlak van het membraan ondersteuningsstructuren
- 10 aanwezig zijn, die het membraan tenminste over een deel van het oppervlak waarin zich de meerderheid van de poriën bevindt vrijlaten.
21. Filterinrichting volgens conclusie 17, waarin het membraan op het stroomafwaartse oppervlak verder hoogtevariatiën heeft die minstens ten dele meelopen met de hoogtevariatiën op het stroomopwaartse oppervlak.



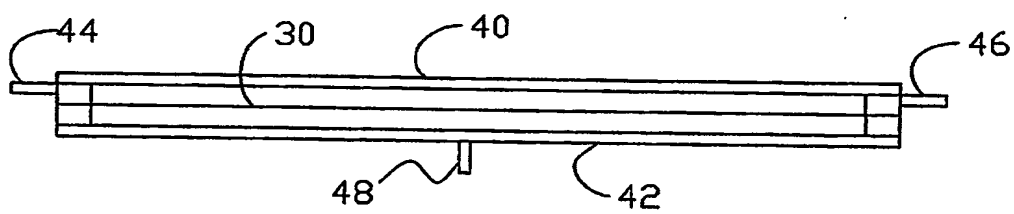


Fig.3

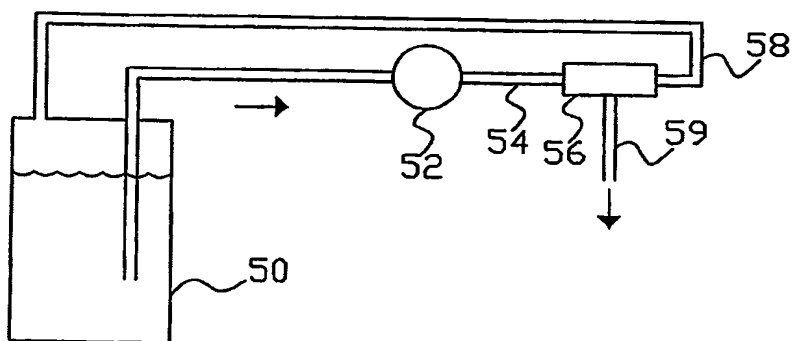


Fig.4

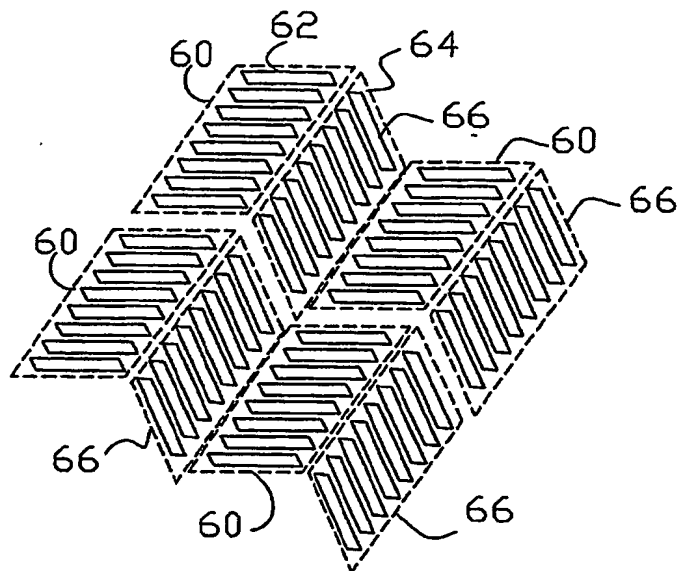


Fig. 5

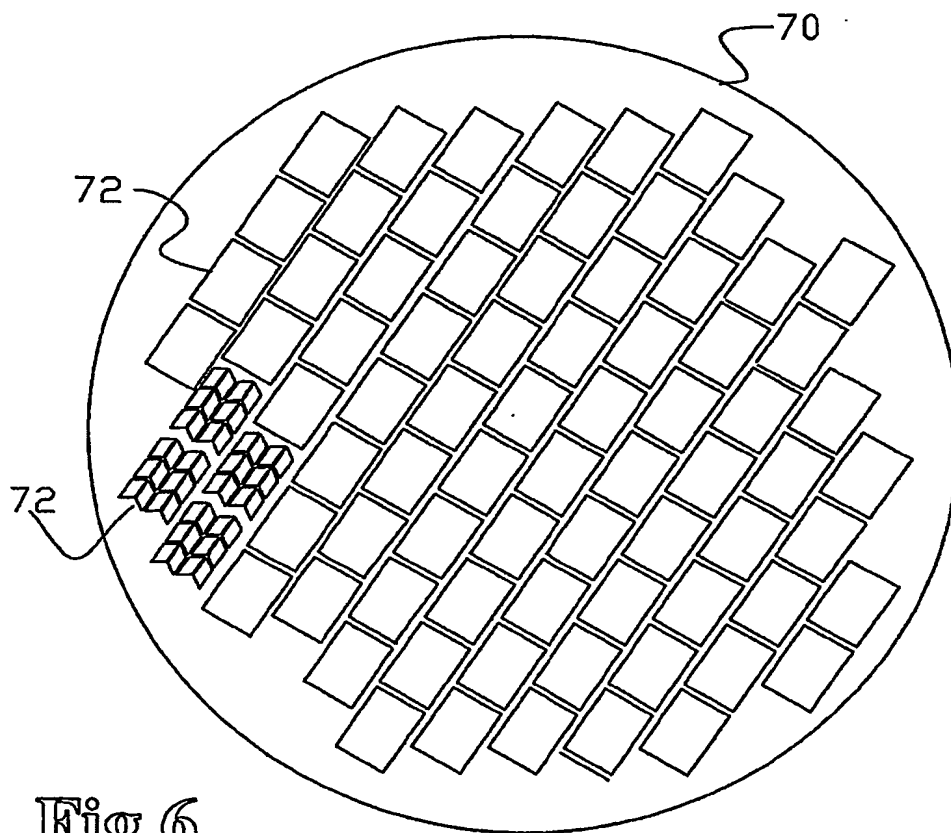


Fig. 6